

Publication number : 2002-323694

Date of publication of application : 08.11.2002

Int.Cl. G02F 1/1333 G02F 1/13 G02F 1/1339

5 G09F 9/00

Application number : 2001-125764

Applicant : HITACHI INDUSTRIES CO LTD

Date of filing : 24.04.2001

10 Inventor :

HACHIMAN SATOSHI

IMAIZUMI KIYOSHI

SAITO MASAYUKI

NAKAYAMA YUKINORI

15 MURAYAMA TAKAO

SUBSTRATE LAMINATING METHOD AND LAMINATING DEVICE

[Abstract]

20 PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a substrate laminating method and a laminating device by which two substrates can be accurately and reliably laminate together in a short time, even in a large substrate.

SOLUTION: When two substrates are laminated together with mechanical pressurizing force in a vacuum chamber, pressurization mechanisms which
25 pressurize the vicinities of four corner parts of the square substrates are

respectively provided, the gap between the substrates is observed after pressurizing the vicinities with the predetermined pressurizing force, and the vicinities are pressurized after adjusting the pressurizing force of each pressurization mechanism based on the observation. Thus, the laminating device
5 which can make the gap between the substrates after lamination almost uniform is realized.

[Claims]

[Claim 1]

A substrate laminating apparatus in which an adhesive is coated on at least one of two sheets of substrates to be adhered, where one substrate is aligned with another substrate within a chamber of a decompression state, and the another substrate is mechanically pressurized against the one substrate, comprising:

first to fourth pressurization devices independently disposed at four edge portions of the substrate, for performing pressurization;

a fifth pressurization unit that performs main pressurization; and

a controller that drives the first to fourth pressurization devices and variably controls pressurization of the first to fourth pressurization devices according to an laminating condition of the substrates.

[Claim 2]

A substrate laminating apparatus including a support table supporting one of two sheets of substrates to be adhered within a chamber of a decompression state, a pressurization plate having an adsorption unit that adsorbs the other of the substrates, a pressurization unit that pressurizes the other of the substrates to the one of the substrates with the pressurization plate therebetween, and a positioning unit that positions a location of the two sheets of the substrates,

wherein the pressurization unit includes first to fourth pressurization devices which are disposed around four edge portions of the substrates and performs independent pressurization, the substrate laminating apparatus further includes a controller that drives the first to fourth pressurization devices up to predetermined pressure power, monitors an laminating condition, and variably

controls pressurization of the four pressurization unit according to the laminating condition.

[Claim 3]

The substrate laminating apparatus as claimed in Claim 1 or 2, wherein the
5 adsorption unit provided in the pressurization plate includes a suction adsorption device that performs suction adsorption, and two adsorption units of an electrostatic adsorption device that performs adsorption through static electricity,

wherein the suction adsorption device is driven until the ambient changes
from an atmospheric state to a vacuum state and laminating by mechanical
10 pressurization is finished, and the electrostatic adsorption device is driven from a predetermined decompression state until laminating by mechanical pressurization is finished.

[Claim 4]

The substrate laminating apparatus as claimed in any one of Claims 1 to 3,
15 wherein after mechanical pressurization is finished within the chamber of the decompression state, second pressurization is performed by applying atmospheric pressure to the substrates, thus making a distance between the substrates to be a certain distance.

[Claim 5]

20 A substrate laminating method in which at least one of two sheets of substrates is surrounded with an adhesive within a decompressed chamber, with liquid crystal dropped on a portion corresponding to a seal plane surrounded by the adhesive, the substrates being fixed to a table using a suction adsorption device having the table in a state where the liquid crystal dropped surface of one
25 of the substrates on which the liquid crystal is dropped, the other of the

substrates being fixed to a pressurization plate through suction and adsorption, the inside of the chamber being decompressed and becomes a certain decompression state, an electrostatic adsorption device being driven to adsorb the other of the substrates against the pressurization plate, positioning with a lower substrate is performed in this state, after the positioning is finished, five pressurization units that pressurize the center of the pressurization plate and the four edge portions are driven to perform pressurization laminating, a distance between the substrates is monitored, and the distance between the substrates becomes uniform by variably pressurizing the pressurization units provided around the four edge portions according to the distance between the substrates.

[Claim 6]

A substrate laminating method in which a circular adhesive is coated on one of sheets of substrates within a vacuum chamber, with liquid crystal dropped within a circular plane, the substrate is fixed on a table with the liquid crystal surface being on top, the other of the substrates is adsorbed to a pressurization plate and is positioned with a lower substrate, pressurization laminating is performed on the upper substrate and the lower substrate using pressurization units provided at the center of the pressurization plate, after laminating is finished through predetermined pressurization, a distance between the adhered substrates is measured, and four pressurization units that pressurize four edge portions of the pressurization plate are independently driven according to the measurement results, thus making the distance between the substrates almost uniform.

[Claim 7]

A substrate laminating method in which at least one of two sheets of substrates is surrounded with an adhesive within a decompressed chamber, with liquid crystal dropped on a portion corresponding to a seal plane surrounded by the adhesive, the substrates are fixed to a table using a suction adsorption device having the table in a state where the liquid crystal dropped surface of one of the substrates, on which the liquid crystal is dropped, the other of the substrates is fixed to a pressurization plate through suction and adsorption, the inside of the chamber is decompressed and becomes a predetermined decompression state, an electrostatic adsorption device is driven to adsorb the other of the substrates against the pressurization plate, positioning with a lower substrate is performed in this state, after the positioning is finished, five pressurization units that pressurize the center of the pressurization plate and the four edge portions are driven to perform pressurization laminating, the inside of the chamber returns to the atmospheric pressure, a compression state of the seal between the substrates is monitored, and the amount of the seal between the substrates becomes uniform by variably pressurizing the pressurization units provided around the four edge portions according to the compression state of the seal.

[Claim 8]

A substrate laminating method in which a circular adhesive is coated on one of sheets of substrates within a vacuum chamber, having liquid crystal dropped within the circular plane, the substrate is fixed on a table with the liquid crystal surface being top, the other of the substrates is adsorbed to a pressurization plate and is positioned with a lower substrate, pressurization laminating is performed on the upper substrate and the lower substrate using pressurization units provided at the center of the pressurization plate, after

laminating is finished using certain pressurization, the ambient state returns to atmospheric pressure state, a compression state of the seal between the adhered substrates is monitored, and four pressurization units that pressurize four edge portions of the pressurization plate are independently driven according to the monitoring results, thus making the amount of the seal between the substrates almost uniform.

[Title of the invention]

SUBSTRATE LAMINATING METHOD AND LAMINATING DEVICE

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

5 **[Field of the Invention]**

The present invention relates to a substrate laminating method and apparatus thereof in which liquid crystal display panels, etc. are adhered under vacuum.

[0002]

10 **[Description of the Prior Art]**

A process of manufacturing liquid crystal panels includes a process of adhering adhesives (hereinafter, referred to as "sealant") so that a distance between two sheets of glass substrates having a transparent electrode, a thin film transistor array, etc., becomes about 2 μm in order to form a space in which liquid crystal is sealed between the two substrates.

[0003]

For example, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 2001-51284 discloses an laminating apparatus. The apparatus includes a first pressurization device that applies pressurization to both the substrates when positioning an laminating location between a lower substrate and an upper substrate, and causes a bottom surface of the upper substrate to be in contact with an adhesive on a surface of the lower substrate, and a second pressurization device that adheres the upper substrate to the lower substrate using the adhesive and applies other pressurization different from the first pressurization device until a distance between both the substrates becomes a predetermined distance.

In this case, the first pressurization device and the second pressurization device are driven at different timings.

[0004]

5 If the size of substrates to be adhered together is great, however, it is difficult to uniformly pressurize the whole substrates by means of a conventional pressurization unit. Thus, it is necessary to perform laminating by controlling pressurization while viewing a pressurization state of each end of the substrates.

[0005]

10 An object of the present invention is to provide a substrate laminating method and apparatus thereof, in which two sheets of substrates can be adhered with good accuracy and in a sure way within a short time even in the case of a great substrate.

[0006]

[Means for Solving the Problem]

15

In order to accomplish the above object, according to the present invention, a pressurization unit that pressurizes the central portion of a substrate, and pressurization units that pressurizes four edge portions of almost a square substrate are provided within a vacuum chamber as a pressurization unit that
20 applies pressurization. After predetermined pressurization is applied using the pressurization unit that pressurizes the central portion and the pressurization units that pressurize the four edges portions, a distance between the substrates or a compression state of an adhesive is monitored. The pressurization units that pressurize the four the edge portions are individually controlled according to the
25 monitoring results, so that the distance between the substrates become equal.

[0007]

[Embodiment of the Invention]

A substrate laminating apparatus of the present invention will be described in detail in connection with an embodiment with reference to Figs. 1 and 2. Fig. 1 is a schematic lateral view showing the construction of a substrate laminating apparatus according to the present invention. Fig. 2 is a surface view of the substrate laminating apparatus shown in Fig. 1.

[0008]

< Construction of Substrate Laminating Apparatus of Present Invention > The substrate laminating apparatus of the present invention includes a stage unit S1, a substrate junction unit S2, and a Z-axis direction motion stage unit S3 having a pressurization unit, as shown in Fig. 1. On the mounting plate 1 are disposed a frame 2 that supports the substrate junction unit S2 and a frame 3 that supports the Z-axis direction motion stage unit S3. The stage unit S1 is disposed on a top surface of the mounting plate 1. Further, a controller (not shown) that controls each unit, the pressurization unit, etc. is provided in the substrate laminating apparatus of the present embodiment.

[0009]

An X stage 4a having a driving motor 5 is disposed in the stage unit S1. The driving motor 5 moves the Y stage 4b disposed on the X stage 4a in the X-axis direction of Fig. 1. Furthermore, the Y stage 4b has a driving motor 6. The driving motor 6 moves a θ stage 4c on the Y stage 4b in a Y-axis direction orthogonal to the X axis and Y axis of Fig. 1. Further, on the θ stage 4c having the driving motor 8 is disposed a support body 10a supporting a support pole 10.

The driving motor 8 moves the support body 10a against the Y stage 4b via a rotary bearing 7.

[0010]

A table 9 on which a lower substrate is mounted is disposed on the support pole 10. Further, the bottom of the vacuum bellows 12 is fixed to the θ stage 4c via an arm 11. In addition, in order to secure good rotation and tightness of the support pole 10, a rotary bearing 13 and a seal 14 are fixed to the support pole 10 by means of the arm 11. When the support pole 10 rotates, the arm 11 and the vacuum bellows 12 are constructed not to rotate together with the support pole 10.

[0011]

Furthermore, the substrate junction unit S2 includes a chamber 15, the table 9 and a pressurization plate 16 disposed within the chamber 15, a substrate container ring 40 that supports a upper substrate 34, which is separated from the pressurization plate 16 when the inside of the chamber 15 is decompressed, which will be described later, and a gate valve 17 disposed at the inlet port of the chamber 15. The table 9 is fixed on the stage unit S1 via the support pole 10, as described above.

[0012]

Furthermore, the pressurization plate 16 is fixed to a central guide plate 29 of the Z-axis direction motion stage unit S3 via a plurality of the support poles 27. Moreover, the circumference of each of the support poles 27 is surrounded by a bellows 28 having one end fixed to the chamber 15 and the other end fixed to the central guide plate 29, and is constructed to maintain a decompression state within the chamber 15 upon laminating of substrates. In addition, in the present

embodiment, the pressurization plate 16 is fixed to the central guide plate 29 with the five support poles 27 therebetween.

[0013]

Pipes 20a and 20b for decompressing and exhausting the inside of the chamber 15 are disposed to an inner bottom of the chamber 15. The pipes 20a and 20b are connected to a vacuum pump with a switch valve (not shown) therebetween. Furthermore, the pressure within the chamber 15 when adhering the substrates together is about 5×10^{-3} Torr.

[0014]

Moreover, a plurality of windows to which the atmosphere is precluded in order to monitor positional matching marks of substrates to be adhered together is disposed on an upper side of the chamber 15. The recognition camera 26 is used to measure deviation of marks for positioning upper and lower substrates through a mark recognition hole (not shown), which is disposed in the pressurization plate 16, from the windows.

[0015]

An electrostatic adsorption device having an electrostatic adsorption electrode for adsorbing substrates and a suction adsorption device having a plurality of suction adsorption holes are disposed in the table 9. Each of the adsorption holes is connected to the vacuum pump via an adsorption valve (not shown), which is disposed outside the chamber 15 with the pipe 18 therebetween. Further, a bypass pipe for opening to the atmosphere via a valve for breaking vacuum is disposed in the middle of the pipe 18. By opening the valve for breaking vacuum, it is possible to forcibly release an adsorption state.

[0016]

Furthermore, a plurality of elevation pins 35 for raising the lower substrate 33 received from a moving machine (not shown) over the table 9, or taking out the substrate after laminating (hereinafter, a substrate after laminating is referred to as "cell") is disposed in the table 9. The elevation pins 35 can move the hole provided in the table 9 in the Z-axis direction. This movement is performed by the cylinder 36.

[0017]

Meanwhile, an electrostatic adsorption device having an electrostatic adsorption electrode and a suction adsorption device having a plurality of adsorption holes for decompression are disposed in the pressurization plate 16 in the same manner as the table 9. Each of the suction adsorption holes is coupled to the vacuum pump via an adsorption valve (not shown) disposed outside the vacuum chamber 15 with the pipe 19 therebetween.

[0018]

In this case, in the present embodiment, four pressurization units 41 to 44 are disposed over the central guide plate 29 in such a manner that they are projected upwardly from the central guide plate 29 (upwardly from the support poles 27). Further, one pressurization unit 45 is disposed almost at the central portion of the plane. In addition, a linear guide that can move the up and down directions against the frame 3 is disposed in the central guide plate 29. A driving unit of each of the pressurization units 41 to 45 is fixed to fixing support members 46a, 46b, 46c, 46d and 47 disposed in the frame 3.

[0019]

A driving unit of the pressurization unit includes motors 41a, 42a, 43a, 44a and 45a to which an encoder is attached, and ball screws 41b, 42b, 43b, 44b and

45b. Furthermore, load cells 41c, 42c, 43c, 44c and 45c are disposed at locations where force is applied to the central guide plate 29 of each of the ball screws.

[0020]

Furthermore, a linear guide 30 that moves in the Z-axis direction is
5 disposed in a supplement member 48 that applies force to the central guide plate 29 or the central guide plate 29. The linear guide 30 is adapted to move along the rail disposed in the frame 3. By driving the pressurization unit to move the central guide plate 29 downwardly, the pressurization plate 16 fixed to the support poles 27 is depressed downwardly and the upper substrate 34 adsorbed
10 to the pressurization plate 16 is pressurized and compressed to the lower substrate 33.

[0021]

Further, the present embodiment adopts a construction in which five pressurization units are disposed. However, the present embodiment can be
15 applied to a construction in which force is equally applied around four edges of a square substrate, i.e., a construction in which four pressurization units are disposed. Further, the present embodiment adopts a construction in which force is applied to the pressurization plate 16 via the central guide plate 29. However, the pressurization unit can be constructed such that force is directly applied to
20 the pressurization plate 16.

[0022]

An operation of adhering substrates for a liquid crystal panel using substrate laminating apparatus constructed above will be below described.

[0023]

When adhering substrates for a liquid crystal panel, an adhesive is previously once coated so that it is not disconnected in such a manner that a circumference is formed at one side of the upper substrate 34 or the lower substrate 33, which are used to adhere the substrates. Fig. 6 shows an example of the circumference formed. Further, a substrate on which the adhesive is coated is used as a lower substrate, and a small amount of liquid crystal is dropped within the circumference of the adhesive. In this case, before the liquid crystal drops or before adhering the substrates after the liquid crystal drops, spacers for defining a distance between the substrates are distributed in the lower substrate or the upper substrate. Moreover, the spacers can be mixed in liquid crystal. In addition, in the present embodiment, it has been described that the adhesive is coated on the lower substrate 33. However, the adhesive can be coated on the upper substrate 34. In this case, the liquid crystal drop region on the part of the lower substrate need to be included in a region surrounded by an adhesive provided in the upper substrate.

[0024]

As such, after the adhesive is coated on one of the substrates, the substrate laminating apparatus performs the laminating operation. The laminating process will be below described.

[0025]

Firstly, the film plane of the upper substrate 34 is laid on a moving machine (not shown) disposed outside the chamber 15. The outer circumference of the upper substrate 34 is adsorbed to the hand from a lower side. The gate valve 17 at the entrance of the chamber 15 is opened, and the hand of the moving machine is inserted into the chamber. The pressurization plate 16 is pressed against the

upper substrate 34, and the upper substrate 34 is sucked upwardly through vacuum absorption using the suction adsorption holes of the suction adsorption device provided in the pressurization plate 16. Thus, the upper substrate 34 is absorbed to the pressurization plate 16. As such, after the substrate 34 is absorbed to the pressurization plate 16, suction adsorption of the upper substrate 34 in the hand of the moving machine is stopped. The hand is then removed out of the chamber 15. Further, in the present embodiment, it has been described that the hand of the moving machine has a suction adsorption function. The moving machine can be just inserted into chamber by grasping the upper substrate using the ring unit.

[0026]

The front end of the elevation pins 35 disposed in the table 9 within the chamber 15 is raised such that it is projected from a surface of the table 9. At the same time, after the lower substrate 33 is supported by the hand of the moving machine with a plane on which liquid crystal is dropped in the lower substrate 33 being top, the lower substrate 33 is inserted into the chamber 15, and the lower substrate 33 is moved on the elevation pins 35 that is raised above. After the movement, the hand of the moving machine is removed out of the chamber 15, the gate valve 17 is closed, and the elevation pins 35 is further lowered, so that the lower substrate 33 can be moved on the table 9. After the lower substrate 33 is moved on the table 9, the suction adsorption hole of the table 9 is driven to vacuum-absorb the lower substrate 33 against the table 9.

[0027]

As described above, if both the substrates 33 and 34 are fixed to the table 9 and the pressurization plate 16, respectively, by way of suction adsorption, the

valve on the part of the exhaust pipe 20a having a small diameter is opened to slowly exhaust a gas within the chamber 15. In this case, the exhaust speed upon exhaust is set to the extent that the substrates are not severely moved by the flow of the gas, the liquid crystal on the lower substrate 33 does not scatter, and moisture is not frozen by means of decompression. When the exhaust of the chamber 15 is slowly executed and the exhaust speed becomes a pressure where the substrates are not severely moved, the liquid crystal does not scatter, and moisture is not frozen if the speed increases (e.g., the upper substrate 34 absorbed by means of vacuum adsorption force is decompressed to the extent that it is not separated from the pressurization plate 16), the valve of the pipe 20a is shut, and the valve of the pipe 20b is opened, whereby the inside of the chamber is rapidly decompressed up to a pressure (5×10^{-3} Torr) in which the upper and lower substrates are adhered together.

[0028]

In this case, if the inside of the chamber 15 is decompressed as above, the atmospheric pressure of the vacuum room is lower than the adsorption force of the upper substrate 33. Accordingly, there is a case where the upper substrate 34 is frequently separated from the pressurization plate 16. For this reason, a substrate container ring 40 is disposed on the part of the pressurization plate 16 within the chamber 15. In the case where the atmospheric pressure within the chamber 15 is lowered and the upper substrate 34 is thus fallen from the pressurization plate 16, the upper substrate 34 is supported by the substrate container ring 40. Furthermore, the substrate container ring 40 is moved (shunts) so that it is not latched to the cross section of the substrates when the substrates

are adsorbed or mechanically pressurized (being depressurized by the pressurization plate 16).

[0029]

As described above, the process of adhering both the substrates 33 and 34 fixed to the table 9 and the pressurization plate 16 will be described in detail with reference to Fig. 3. Fig. 3 is a view showing a timing chart of operations of decompression condition within the chamber, the action of suction power and driving situation positional decision of the motor until the inside of the chamber is opened to the atmosphere after the substrates are supported, pressurized and adhered together.

[0030]

As shown in Fig. 3, after the upper substrate 34 is absorbed to the pressurization plate 16 by way of suction adsorption at a point t1, the lower substrate 33 moves the table 9 within the chamber 15 and is adsorbed on the table 9. At a point t2, the inside of the chamber is decompressed. In this case, at a time t3 during the decompression process, the pressure within the chamber become slower than suction adsorption force applied to the upper substrate 34 that has been supported to the pressurization plate 16 by way of suction adsorption. Thus, there is a case where the upper substrate 34 falls on the substrate container ring 40 without being adsorbed thereto. At this time, at a time t4 of a predetermined decompression state, the upper substrate 34 is electrified to an electrode that performs electrostatic adsorption, and the upper substrate 34 is absorbed to the pressurization plate 16 again. Further, the term "predetermined decompression state" refers to a state where discharge is not generated between electrodes on an electrostatic adsorption plate.

[0031]

At this time, the reason why suction adsorption and electrostatic adsorption are used jointly as in the above in the present embodiment will be below described. In order to make the upper substrate 34 absorbed to the pressurization plate 16 only with vacuum adsorption, it is necessary to suck the upper substrate 34 with adsorption force greater than decompression force that decompresses the inside of the chamber 15. This necessitates the use of a vacuum pump having a greater volume. Furthermore, if the pressurization plate 16 of the upper substrate 34 is decompressed after electrostatic adsorption is performed in the atmosphere, air remaining between the upper substrate 34 and the pressurization plate 16 expands and exits. Thus, a gap is partially creased between the upper substrate 34 and the pressurization plate 16. A discharge phenomenon is also generated between negative and positive electrodes provided in the pressurization plate 16, thus damaging the upper substrate 34 or the pressurization plate 16. In addition, since electrostatic adsorption force is lowered due to discharge, the upper substrate 34 drops. At this time, there is a case where a discharge is further generated if the gap between the substrates becomes a predetermined size. The discharge under vacuum is generated in the relationship between a voltage and pressure and a gap between electrodes by Paschen's Law. Accordingly, if the upper substrate 34 is electrostatically adsorbed to the pressurization plate 16 in the atmosphere, air exits during decompression, inevitably resulting in this phenomenon.

[0032]

In the above, in the present embodiment, after vacuum is accomplished to the extent that a discharge phenomenon is not generated, electrostatic

adsorption is performed. It is thus possible to miniaturize the apparatus and also to adsorb both the substrates 33 and 34 to the pressurization plate 16 or the table 9 plane in a sure and complete manner. Further, in the timing chart shown in Fig. 3, before the completion of decompression, electrostatic adsorption is performed by applying a voltage to an electrostatic adsorption electrode between the table 9 and the pressurization plate 16. However, electrostatic adsorption can be performed after decompression is completed.

[0033]

As described above, after both the substrates 33 and 34 are fixed to the table 9 and the pressurization plate 16 by way of suction adsorption, the pressurization plate 16 is adjusted to be parallel to the table 9. Thereafter, in order to lower the central guide plate 29 of the Z-axis direction motion stage unit S3, the motors of the pressurization units are cooperatively driven to make the upper substrate 34 approach the lower substrate 33. Before the upper substrate 34 is in contact with the adhesive provided in the lower substrate 34, the recognition camera 26 detects positional matching marks attached to the upper and substrate, and measures positional deviation between the substrates. The table 9 in which the lower substrate 33 is located drives the stage S1 based on the measurement, and positions the lower substrate 33 in the upper substrate 34.

[0034]

After positioning, the central guide plate 29 is further lowered to compress the adhesive coated on the lower substrate 33. In a state where liquid crystal is sealed within the circumference formed by the adhesive, first laminating is performed. Furthermore, during first laminating, a positioning work is performed using the camera immediately after the upper substrate 34 is in contact with the

adhesive. This positioning work is repeated several times until application of highest pressurization is finished. The reason why positioning is repeated several times as such is as follows. Although pressurization is uniformly applied, the compression degree of the adhesive is not uniform and the action of force in the adhesive portion is generated in the irregular portion because the adhesive is not uniformly coated. Accordingly, shear force is generated between the upper and lower substrates, leading to deviation between the substrates.

[0035]

After first laminating, the application of a voltage to the electrostatic adsorption electrode of the pressurization plate 16 is stopped, and suction adsorption is also stopped. Further, the pressurization unit is driven to raise the pressurization plate 16. Thereafter, a gas is injected into the chamber 15, returning the atmospheric pressure within the chamber 15 to the atmospheric pressure.

[0036]

In this case, upon laminating, it is difficult to make the pressurization plate 16 exactly parallel to the surface of the table 9. Thus, the adhesive is irregularly compressed upon laminating, or the adhesive is irregularly compressed due to deformation of the substrate itself, etc., thus making irregular a distance between the substrates after laminating. Due to this, before the pressurization plate 16 is raised as in the above, the compression amount of the adhesive at each side of the substrate is monitored. With respect to the side having a low compression amount, the compression amount of the adhesive is made uniform by increasing pressurization of a pressurization unit having a low compression amount and lowering pressurization of a pressurization unit having a high compression

amount, among the pressurization units disposed in the periphery (four edge portions).

[0037]

Furthermore, in the present embodiment, it has been described that the compression amount of the adhesive is monitored within the decompressed chamber 15. However, the compression amount of the adhesive is monitored after the inside of the chamber 15 returns to the atmospheric pressure. Further, pressurization of each of the pressurization units can be set so that several substrates can be adhered and the compression amount of each of units of an adhesive becomes regular.

[0038]

Hereinafter, the operation of making uniform the compression amount of each of units of an adhesive will be described with reference to Figs. 4 and 5. Fig. 4 is an example in which the adhesive 37 is unbalancely compressed. Fig. 5 is a view showing a method of controlling a gap in the state of Fig. 4.

[0039]

As shown in Fig. 4, if the compression amount of the adhesive 37 on the left side of the drawing is high and the compression amount of the adhesive 37 on the right side of the drawing is low, the pressurization unit operates in an arrow direction by reducing pressurization of the pressurization units 41 and 42 and increasing pressurization of the pressurization units 43 and 44, as shown in Fig. 5. Furthermore, the central portion keeps intact. It is thus possible to solve irregularity of a gap between substrates, which is incurred by deformation of substrates or an irregular coating amount of the adhesive 37. Furthermore, in the present embodiment, in order to pressurize the periphery of the substrates

independently, the pressurization units can be constructed to independently operate. Further, the method of monitoring the compression amount of the adhesive 37 can be viewed by the eye. A method of measuring the compression amount of the adhesive 37 using an optical system such as a camera, a method of detecting the compression amount of the adhesive 37 using a gap sensor, and the like can be employed.

[0040]

In this case, in the case where the size of a panel is small, desired pressurization can be applied using a mechanical pressurization unit, as described above. If the size of a panel is great, however, it is necessary to increase the size of a pressurization device itself and also to apply high pressurization in order to secure a predetermined between substrates using mechanical pressurization. In order to maintain the size of an apparatus to a current state, other pressurization means can be considered. However, if the pressure changes from the vacuum state to the atmospheric pressure, higher pressure can be applied to the entire substrates since the inside of the substrate is a vacuum state. For example, in case of two sheets of substrates having the size of 1200 mm×1000 mm, when the inside of the substrate is in the vacuum state, force of 121.6 kN can be exerted by adding the atmospheric pressure.

[0041]

A gap between substrates when the highest pressurization is mechanically applied by the pressurization plate 16 using an apparatus of a current state is about 15 μm , an laminating sate is incomplete. That is, since a desired gap is not accomplished in a first pressurization (preliminary pressurization) state, the compression amount of an adhesive is few and the length of a contact portion

between upper and substrates of the adhesive is short. Furthermore, since liquid crystal sealed within a cell does not diffuse into the cell, a great vacuum space unit is formed between the liquid crystal. Accordingly, higher pressurization is needed to make the gap below 5 μm (preferably 4 μm or less) between the substrates.

[0042]

In performing secondary pressurization on the substrates (pressurization by returning the inside of the chamber to the atmospheric pressure: second pressurization), it is possible to almost uniformly apply pressure to the entire plane of the substrate by returning the circumference to the atmospheric pressure because the inside of a cell between the substrates is close to the vacuum state. If the circumference returns to the atmospheric pressure at once, however, a gas tears the adhesive 37 and enters the vacuum space unit within the cell since the adhesive 37 is not yet sufficiently compressed. This results in a defective product as a liquid crystal substrate. Due to this, in the present embodiment, after pressurization by the pressurization plate 16 is finished, the pressurization plate 16 is separated from the plane of the substrate. The valve 22 of the pipe 21 is opened and the circumference slowly returns to the atmospheric pressure by introducing a gas pressurized in the pressure source into the chamber 15. At the same time, by introducing the atmosphere (or nitrogen gas, etc.) into the chamber 15 using the suction adsorption hole, distribution of the gas within the chamber 15 can be made uniform. As such, if the inside of the chamber 15 slowly returns to the atmospheric pressure, pressure is slowly applied to the cell, and the adhesive 37 is slowly compressed. As a difference between the pressure in the space of vacuum within the cell and the pressure

within the chamber 15 slowly increases, an introduced gas does not tear the adhesive and does not enter the cell. Further, a contact area between the adhesive and the upper and substrate slowly expands.

[0043]

5 Furthermore, when the gap between the substrates becomes about 10 μm , the adhesive 37 is compressed to cause fluctuation, and has a lowered viscosity due to a thixotropy property. In a state where the viscosity of the adhesive 37 is lowered, high pressurization is applied to the substrates by opening the atmospheric open valve 23 that abruptly makes the atmospheric pressure. At this
10 time, since the adhesive already diffuses against the substrate and a sealing property is improved, there is no possibility that a gas may tear an adhesive and may enter a cell. Further, as the adhesive has a lowered viscosity, it is rapidly compressed, and the compression of the adhesive diffuses since liquid crystal is also pressurized. An laminating time of the substrates becomes also short. In
15 addition, the atmospheric open valve 23 is opened after confirming that the pressure gauge provided in the chamber 15 exceeds a predetermined pressure.

[0044]

As described above, the laminating operation in the present embodiment is carried out. Further, in the process of the present embodiment, the
20 pressurization unit that pressurizes the central portion of the pressurization plate and the four pressurization units that pressurize the periphery of the pressurization plate are driven at the same time upon pressurization. Pressurization is first performed using the central pressurization unit without using the five pressurization unit at the same. In order to solve the irregularity in
25 compression of an adhesive due to the irregularity of pressurization applied to the

substrates or the irregularity in the amount of the adhesive, a compression state of the adhesive is monitored, and the pressurization units is individually driven based on the monitoring results, making regular the compression amount of the adhesive.

5 [0045]

Furthermore, pressurization units that pressurize edge portions (four edges) of a square substrate are disposed without providing the center pressurization unit, and the four pressurization units are cooperatively controlled to apply pressurization. After pressurization is applied, the compression amount
10 of an adhesive is monitored and the four pressurization units are then independently driven according to the compression amount. It is thus possible to make uniform the compression amount of the adhesive.

[0046]

Hereinafter, another embodiment of the present invention will be described.
15 Fig. 7 is a lateral view of another embodiment of the present invention. Fig. 7(a) is a partial lateral view and Fig. 7(b) is a view when there is unbalance of compression in another embodiment.

[0047]

The present embodiment is different from the aforementioned embodiment
20 in that when the central guide plate 29 is depressed and lowered by the central pressurization unit 45, the four pressurization units provide in the periphery of the substrates move downwardly together with the central guide plate 29. That is, the four pressurization units 41 to 44 are fixed to a pressurization unit guide member 55 such that they move together with the central guide plate 29. Further,
25 in the case where force is applied to the central guide plate 29 from the four

pressurization units, a distance between the pressurization unit guide member 55 and the central guide plate 29 can vary by driving each ball screw. As such, since the operation of the four pressurization units is separately performed from the operation of the central pressurization unit, control is easy and work time can be shortened.

[0048]

Furthermore, a liquid crystal substrate according to the present embodiment is multi-planed in a large-scale substrate. For this reason, a dummy seal 39 to surround the entire seal portion 37 constituting a plurality of liquid crystal substrates is provided in the substrate used in the present embodiment, as shown in Fig. 6. The entire plane constructed of a dummy seal of a substrate has uniform pressure distribution due to the action of a vacuum state between the seal portion constituting the liquid crystal substrate and the dummy seal unit. It is thus possible to form a liquid crystal panel having a good substrate distance by using the present apparatus.

[0049]

[Effect of the Invention]

As described above, in accordance with an laminating apparatus and method thereof according to the present invention, two sheets of substrates (more particularly, a liquid crystal substrate) can be adhered with good accuracy within a short time in sure, preferable and safe ways.

[Description of Drawings]

Fig. 1 is a front view showing a substrate laminating apparatus of the present invention.

Fig. 2 is a view of Fig. 1 when viewed from the top.

Fig. 3 is a view showing a timing chart of the operation of units when performing laminating under vacuum.

Fig. 4 is a view when there is unbalance of compression of a seal between substrates when applying mechanical pressurization under vacuum.

5 Fig. 5 is a view showing a control method when unbalance of Fig. 4 is generated.

Fig. 6 is a view showing an example of a coating shape of a seal member when an laminating apparatus of the present invention is used.

10 Fig. 7 is a lateral view of another embodiment of the present invention, Fig. 7(a) is a partial lateral view, and Fig. 7(b) is a view when there is unbalance of compression in another embodiment.

[Explanation on Numerals]

9: Table

15: Chamber

15 16: Pressurization plate

20a: Pipe

20b: Pipe

22: Valve that slowly returns atmospheric pressure

23: Standby open valve

20 33: Lower substrate

34: Upper substrate

37: Adhesive

40: Substrate container ring

41 to 45: Pressurization unit

25

【特許請求の範囲】

【請求項1】 貼り合わせる2枚の基板の内の少なくとも1方の基板に接着剤を塗布した後、減圧状態のチャンバ内で他方の基板との位置を合わせた後、前記他方の基板を機械的に加圧して貼り合わせ行う基板貼り合わせ装置において、

前記基板の4つの角部相当の位置近傍にそれぞれ独立に加圧可能に配置された第1から第4の加圧機構と、主に加圧を行う第5の加圧機構とを設け、前記第5の加圧機構に加えて第1から第4の加圧機構を動作させた後、前記基板の貼り合わせ状況に応じて、前記第1から第4の加圧機構の加圧力を可変制御する制御部を備えたことを特徴とする基板貼り合わせ装置。

【請求項2】 減圧状態のチャンバ内で貼り合わせる2枚の基板の内の一方の基板を保持する保持テーブルと、他方の基板を吸着する吸着機構を備えた加圧板と、前記加圧板を介して他方の基板を一方の基板に加圧する加圧機構と、前記2枚の基板の位置を合わせる位置合わせ機構と、を備えた基板貼り合わせ装置において、前記加圧機構は、基板の4つの角部近傍に配置されそれぞれ独立に加圧可能な第1から第4の加圧機構から成り、前記第1から第4の加圧機構を所定の圧力まで動作させ、貼り合わせ状況を観測後、前記貼り合わせ状況に応じて前記4つの加圧機構の加圧力を可変制御する制御部を備えたことを特徴とする基板貼り合わせ装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の基板貼り合わせ装置において、前記加圧板に備えた吸着機構は、吸引吸着を行う吸引吸着機構と、静電力で吸着を行う静電吸着機構の2つの吸着機構を備え、大気中から真空状態になり、機械的加圧による貼り合わせが終了するまで吸引吸着機構を動作させ、所定の減圧状態から機械的加圧による貼り合わせが終了するまで静電吸着機構を動作させる構成とした基板貼り合わせ装置。

【請求項4】 請求項1乃至3の内のいずれか1項に記載の基板貼り合わせ装置において、前記減圧状態のチャンバ内で機械的加圧を終了後、基板に大気圧を加えることで本加圧して基板間隔を所定の間隔とすることを特徴とする基板貼り合わせ装置。

【請求項5】 減圧されたチャンバ内に、2枚の基板のうちの少なくともどちらか一方を接着剤で囲い、接着剤で囲われたシール面に相当する部位に液晶を滴下し、液晶を滴下した一方の基板の液晶滴下面を上にしてテーブルに設けた吸引吸着機構で基板をテーブルに固定し、他方の基板を加圧板に吸引吸着して固定した後、チャンバ内を減圧にしていき、所定の減圧状態となったときに、静電吸着機構を動作させ、他方の基板を確実に加圧板に吸着し、その状態で下基板との位置合わせを行い、位置合わせ終了後、加圧板中央部、及び4つの角部付近を加圧する5つの加圧機構を動作させて加圧貼り合わせを行い、その後、基板間の間隔を観測して、基板間の間隔に

応じて前記4つの角部付近に設けたそれぞれの加圧機構の加圧力を可変して加圧することで基板間の間隔を略均一にするようにした基板貼り合わせ方法。

【請求項6】 真空チャンバ内に、2枚の基板のうちの一方の基板に環状の接着剤を塗布し、その環状面内に液晶を滴下した後、液晶面を上にしてテーブル上に固定し、他方の基板を加圧板に吸着し、下基板と位置合わせ後、加圧板中央部に設けた加圧機構により、上基板と下基板を加圧貼り合わせを行い、所定の加圧力で貼り合わせ終了後、貼り合わせた基板の間隔を測定し、その測定結果に応じて、加圧板の4つの角部付近を加圧する4つの加圧機構をそれぞれ独立して動作させて、基板間の間隔が略均一になるように貼り合わせることを特徴とする基板貼り合わせ方法。

【請求項7】 減圧されたチャンバ内に、2枚の基板のうちの少なくともどちらか一方を接着剤で囲い、接着剤で囲われたシール面に相当する部位に液晶を滴下し、液晶を滴下した一方の基板の液晶滴下面を上にしてテーブルに設けた吸引吸着機構で基板をテーブルに固定し、他方の基板を加圧板に吸引吸着して固定した後、チャンバ内を減圧にしていき、所定の減圧状態となったときに、静電吸着機構を動作させ、他方の基板を確実に加圧板に吸着し、その状態で下基板との位置合わせを行い、位置合わせ終了後、加圧板中央部、及び4つの角部付近を加圧する5つの加圧機構を動作させて加圧貼り合わせを行い、その後チャンバ内を大気圧に戻し、基板間のシールの潰れ状態を観測して、シールの潰れ状態に応じて前記4つの角部付近に設けたそれぞれの加圧機構の加圧力を可変して加圧することで基板間のシールの潰れ量を略均一にするようにした基板貼り合わせ方法。

【請求項8】 真空チャンバ内に、2枚の基板のうちの一方の基板に環状の接着剤を塗布し、その環状面内に液晶を滴下した後、液晶面を上にしてテーブル上に固定し、他方の基板を加圧板に吸着し、下基板と位置合わせ後、加圧板中央部に設けた加圧機構により、上基板と下基板を加圧貼り合わせを行い、所定の加圧力で貼り合わせ終了後、一旦大気圧に戻し、貼り合わせた基板のシールの潰れ状態を観測し、その観測結果に応じて、加圧板の4つの角部付近を加圧する4つの加圧機構をそれぞれ独立して動作させて、基板間のシールの潰れ量が略均一になるように貼り合わせることを特徴とする基板貼り合わせ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、真空中で液晶表示パネル等を貼り合わせる基板貼り合わせ方法及び貼り合わせ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶パネルの製造工程には、透明電極や薄膜トランジスタアレイなどを設けた2枚のガラス基板

の間に液晶を封入するための空間を形成するために、これら基板間の距離が $2\mu\text{m}$ 程度となるように接着剤（以下、シール剤という）で貼り合わせる工程がある。

【0003】例えば、特開2001-51284号公報には、下基板と上基板との接合位置の位置合わせを行う際に両基板に加圧力を掛け、下基板上面の接着剤に上基板下面を接触させる第1加圧機構と、上基板を接着剤により下基板に貼り合わせ、所定の間隔になるまで、第1加圧機構とは異なる加圧力を掛ける第2加圧機構とを備え、第1加圧機構と第2加圧機構とがそれぞれ別のタイミングで動作して加圧する構成を有する貼り合わせ装置が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、貼り合わせる基板が大きい場合、上記従来の加圧機構により基板全体に均一な加圧力を掛けることは難しく、基板の各端部の加圧状態を見ながら、それぞれの加圧力を調節して貼り合わせを行う必要があった。

【0005】本発明の目的は、大きな基板においても、精度良く、確実に、しかも短時間で2枚の基板を貼り合わせる基板貼り合わせ方法及び貼り合わせ装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は、真空チャンバ内において、加圧力を加える加圧機構を基板中央部付近を加圧する加圧機構と、略四角形の基板の4つの角部近傍をそれぞれ加圧する加圧機構を設け、中央部を加圧する加圧機構及び又は4つの角部をそれぞれ加圧する加圧機構を用いて所定の加圧力で加圧した後に、基板間の間隔あるいは接着剤の潰れ状態を観測し、観測結果に応じて、4つの角部をそれぞれ加圧する加圧機構を個別に制御して、基板間隔が均等になるように貼り合わせを行うようにしたものである。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の基板貼り合わせ装置の一実施形態を図1及び図2を参照して詳細に説明する。図1は本発明の基板貼り合わせ装置の構成を示す概略側面図であり、図2は図1に示した基板貼り合わせ装置の上面図である。

【0008】＜本発明の基板貼り合わせ装置の構成＞本発明の基板貼り合わせ装置は、図1に示す如く、ステージ部S1と、基板貼り合わせ部S2と、加圧機構を有するZ軸方向移動ステージ部S3とから構成されている。架台1上には、基板貼り合わせ部S2を支持するフレーム2と、Z軸方向移動ステージ部S3を支持するフレーム3とがあり、架台1の上面にステージ部S1が備えられている。また、前記各部や加圧機構等を制御する制御部（図示せず）が、本実施形態の基板貼り合わせ装置には備えられている。

【0009】ステージ部S1には、駆動モータ5を具備

するXステージ4aが設けられており、この駆動モータ5によって、Xステージ4a上に設けられているYステージ4bを、図1のX軸方向に移動できるようにしている。また、Yステージ4bは駆動モータ6を具備しており、この駆動モータ6によって、Yステージ4b上の θ ステージ4cを、図1のX軸及びZ軸と直交するY軸方向に移動できるようにしている。更に、駆動モータ8を具備する θ ステージ4c上には、支持柱10を支持する支持体10aが設けられており、前記駆動モータ8によって、支持体10aが、回転ベアリング7を介してYステージ4bに対し回転できるように構成されている。

【0010】前記支持柱10の上端には、下基板を搭載するテーブル9が設けられている。また、アーム11を介して真空ベローズ12の下端が θ ステージ4cに固定されている。更に、支持柱10の良好な回転と気密性を保証するために、アーム11によって回転ベアリング13とシール14とが支持柱10に対し固定されており、支持柱10が回転する際に、アーム11と真空ベローズ12とが支持柱10と共に回転しないように構成されている。

【0011】また基板貼り合わせ部S2は、チャンバ15と、そのチャンバ15の内部に配置されたテーブル9及び加圧板16と、後述のようにチャンバ15内減圧時に加圧板16から外れた上基板34を保持するための基板保持爪40と、チャンバ15の出入口部に設けられたゲートバルブ17とから構成されている。前記テーブル9は、上述の如く支持柱10を介してステージ部S1上に固定されている。

【0012】また、前記加圧板16は複数の支持柱27を介してZ軸方向移動ステージ部S3の中央ガイド板29に固定されている。更に、各支持柱27の周囲は、一端がチャンバ15に、他端が中央ガイド板29に固定されたベローズ28によって囲まれており、基板貼り合わせ時におけるチャンバ15内の減圧状態を保持できるように構成されている。尚、本実施形態では、加圧板16が5本の支持柱27を介して中央ガイド板29に固定されている。

【0013】チャンバ15内の下部には、チャンバ15内を減圧排気するための配管20a、20bが設けられている。この配管20a、20bは図示していない切換バルブを介して真空ポンプに接続されている。尚、基板の貼り合わせを行う際のチャンバ15内の圧力は 5×10^{-3} Torr程度である。

【0014】更に、チャンバ15内の上部には、貼合わせる基板の位置合わせマークを観測するため、大気を遮断した複数の窓25が設けられている。これらの窓25から図示していない加圧板16に設けられているマーク認識用穴を介して、認識用カメラ26により、上下基板の位置合わせ用マークのずれを測定するように構成されている。

【0015】テーブル9には、基板を吸着するための静電吸着電極から成る静電吸着機構と複数の吸引吸着孔から成る吸引吸着機構が設けられている。各吸着孔は配管18を介してチャンバ15の外部に設置した、図示していない吸着バルブを経由して真空ポンプに接続されている。また、配管18の途中には真空破壊用のバルブを介して大気中に開放するためのバイパス配管が設けられている。この真空破壊用バルブを開放することで、吸着状態を強制的に解除することも可能にしている。

【0016】またテーブル9には、下基板33を図示しない移載機より受け取ってテーブル9上に載せるため、もしくは貼り合わせ後の基板（以下、貼り合わせ後の基板をセルと呼ぶ）を取り出すための複数の昇降ピン35が設けられている。この昇降ピン35はテーブル9に設けた穴の中をZ軸方向に移動でき、この移動はシリンダ36によって行われる。

【0017】一方、加圧板16にはテーブル9と同様に静電吸着電極から成る静電吸着機構と、複数の減圧するための吸着孔から成る吸引吸着機構とが設けられている。各吸引吸着孔は配管19を介して、真空チャンバ15の外部に設けた図示していない吸着バルブを経由して真空ポンプに接続されている。

【0018】ここで本実施形態では、中央ガイド板29の上方に、中央ガイド板29より上方に張出して（支持柱27より上方に）4つの加圧機構41～44が設けられており、また面の略中央部には、1つの加圧機構45が設けられている。更に、中央ガイド板29には、フレーム3に対して上下方向に移動可能なリニアガイドが取付けられている。また各加圧機構41～45の駆動部は、フレーム3に設けられた固定支持部材46a、46b、46c、46d、47に固定されている。

【0019】この加圧機構の駆動部は、エンコーダ付きのモータ41a、42a、43a、44a、45aとボールネジ41b、42b、43b、44b、45bから成り、さらに、各ボールネジ部の中央ガイド板29に対する力の作用点部分にロードセル41c、42c、43c、44c、45cが設けられている。

【0020】また、中央ガイド板29、又は、中央ガイド板29に力を作用させるための補助部材48には、Z軸方向に移動させるためのリニアガイド30が設けられている。このリニアガイド30はフレーム3に設けられたレールに沿って移動可能に構成されている。各加圧機構を動作させ、この中央ガイド板29を下方に移動させることにより、支持柱27に固定されている加圧板16が下方に押し下げられ、加圧板16に吸着されている上基板34が下基板33に押付けられ加圧される構成となっている。

【0021】尚、本実施形態では5つの加圧機構が設けられた構成としているが、四角の基板の4隅近傍に力を均等に作用させる構成、すなわち4つの加圧機構が設け

られてもよい。更に、本実施形態では、中央ガイド板29を介して加圧板16に力を作用させる構成としているが、加圧機構を直接加圧板16に力が作用するように構成してもよい。

【0022】次に、上述の如く構成された基板貼り合わせ装置により液晶パネル用基板を貼り合わせる動作について説明する。

【0023】液晶パネル用基板を貼り合わせる際には、基板貼り合わせに用いる上基板34あるいは下基板33の一方に枠を形成するように、予め一筆書きで接着剤を塗布しておく。図6にその枠の形成例を示す。更に、接着剤が塗布された基板を下基板とし、接着剤の枠内に液晶を所定量滴下しておく。ここで、液晶滴下前、あるいは液晶滴下後の基板貼り合わせ前に、下基板又は上基板には基板間隔を規定するためのスペーサが分散配置される。尚、このスペーサは液晶に混入してあってもよい。また本実施形態では、接着剤の塗布を下基板33としたが、接着剤の塗布は上基板34でもよいが、この場合、下基板側の液晶滴下領域は、上基板に設けた接着剤で囲まれる領域内とする必要がある。

【0024】上記の如く一方の基板に接着剤を塗布した後に、基板貼り合わせ装置によって貼り合わせ動作が行われる。以下、その貼り合わせ工程について述べる。

【0025】まず、チャンバ15の外部に設置されている図示しない移載機上に、上基板34の膜面が下側になるように載せ、その上基板34の周縁部を下側からハンドに吸引吸着する。次に、チャンバ15の入口のゲートバルブ17を開け、移載機のハンドをチャンバ内に挿入した後に、加圧板16を上基板34に押し当て、加圧板16に設けた吸引吸着機構の吸引吸着孔を用いて上基板34を真空吸引により吸い上げることにより、加圧板16に上基板34を吸着する。このように基板34を加圧板16に吸着した後、移載機のハンドにおける上基板34の吸引吸着を中止し、その後このハンドはチャンバ15外に退避する。尚、本実施形態では、移載機のハンドが吸引吸着機能を有するものであるとして説明したが、移載機は単に爪機構により上基板を把持してチャンバ内に挿入する構成としてもよい。

【0026】次に、チャンバ15内のテーブル9に設けられている昇降ピン35の先端を、テーブル9の上面より突出するように上昇させておくと共に、下基板33における液晶を滴下した面が上を向くようにして移載機のハンドで下基板33を保持した後、この下基板33をチャンバ15内に挿入して、上記の如く上昇させておいた昇降ピン35上に下基板33を移載する。移載後、移載機ハンドをチャンバ15の外に退避させ、ゲートバルブ17を閉じ、更に昇降ピン35を下降させることにより、下基板33はテーブル9上に移載される。テーブル9に下基板33を移載した後、テーブル9の吸引吸着孔を動作させることにより、下基板33をテーブル9に真

空吸着する。

【0027】上述の如く吸引吸着によって両基板33, 34をテーブル9及び加圧板16にそれぞれ固定したら、まず径の小さな方の排気配管20a側のバルブを開放し、チャンバ15内のガスを徐々に排気する。ここで排気時の排気速度は、ガスの流れにより基板が暴れず、下基板33上の液晶が飛散せず、更には減圧によって水分が凍結しない程度の速度に設定している。チャンバ15内の排気が徐々に進められ、排気速度が増加しても前記の基板が暴れず、液晶が飛散せず、更には水分が凍結しない圧力になった時（例えば、真空吸着力で吸着している上基板34が加圧板16から離れない程度の圧まで減圧した時）、配管20aのバルブを閉じてから配管20bのバルブを開放し、上下基板の貼り合わせを行う圧力（ 5×10^{-3} Torr）までチャンバ内を急速に減圧する。

【0028】ここで、上記の如くチャンバ15内を減圧した際、上基板33の吸着力よりも真空室内の気圧が低くなり、上基板34が加圧板16から離れる場合がある。そのため、チャンバ15内の加圧板16側には基板保持爪40が設けられている。チャンバ15内の気圧が下がり加圧板16から上基板34が離れた場合には、上基板34はこの基板保持爪40で支持される。尚、基板保持爪40は基板を吸引吸着する時や、機械的に加圧を行う時（加圧板16で加圧する時）には、基板端面に掛からないように移動（待避）している。

【0029】上述の如くテーブル9及び加圧板16に保持された両基板33, 34を貼り合わせる工程を、図3を参照して以下に詳細に説明する。図3は基板を保持してから加圧して基板を貼り合わせた後、チャンバ内を大気開放するまでのチャンバ内の減圧状況と吸引力の作用及びモータの駆動状況位置決め動作のタイムチャートを示す図である。

【0030】図3に示すように、まず時刻t1において上基板34が吸引吸着により加圧板16に吸着した後、下基板33がチャンバ15内のテーブル9上に移載され、テーブル9上に吸引吸着する。次に時刻t2においてチャンバ内の減圧を開始する。ここで、減圧過程途中のt3において、吸引吸着で加圧板16に保持していた上基板34に掛かる吸引吸着力よりチャンバ内の圧力が小さくなり、吸引吸着できずに上基板34が基板保持爪40上に落下する場合がある。この場合には、所定の減圧状態となった時刻t4で静電吸着を行う電極に通電して、再び加圧板16に上基板34を吸着する。尚、前記所定の減圧状態とは、静電吸着板上の電極間で放電が起きない状態である。

【0031】ここで、本実施形態において上記の如く吸引吸着と静電吸着とを併用する理由を以下に示す。真空吸着のみで加圧板16に上基板34を吸着しておくためには、チャンバ15内を減圧する減圧力よりも大きな吸

着力で上基板34を吸引する必要がある、真空ポンプも容量の大きな物を使わざるを得なくなる。また、上基板34の加圧板16への静電吸着を大気中で行った後にそのまま減圧すると、上基板34と加圧板16との間に残った空気が膨張して逃げるため部分的に上基板34と加圧板16との間に隙間ができ、加圧板16に備えられた正負の電極間で放電現象が発生して上基板34や加圧板16が傷ついてしまう。更に、放電すると静電吸着力は低下するので上基板34が落下し、この瞬間のある隙間量で更に放電が発生する場合がある。この真空中の放電は、パッシェンの法則により、電圧量と圧力、電極間ギャップの関係で発生するため、大気中で上基板34を加圧板16に静電吸着すると上記のように減圧中に空気が逃げ出し、必ずこの現象が起こる。

【0032】以上より、本実施形態では、放電現象の発生しない程度まで真空にしてから静電吸着を行っている。これにより、装置の小型化が図れると共に、確実に完全に加圧板16やテーブル9面に両基板33, 34を吸着することができる。尚、図3に示すタイムチャートでは、減圧完了前にテーブル9と加圧板16との静電吸着電極に電圧を印加して静電吸着を行うようにしているが、減圧完了後に静電吸着を行うようにしてもよい。

【0033】上記の如く両基板33, 34を吸引吸着によりテーブル9及び加圧板16に固定した後、加圧板16をテーブル9と平行になるように調整する。その後、Z軸方向移動ステージ部S3の中央ガイド板29を下降するために、各加圧機構のモータを協調動作させて、上基板34を下基板33に接近させる。まず、上基板34が下基板34に設けた接着剤に接触する前に、認識用カメラ26を用いて上下基板に付けた位置合わせマークを検出し、基板間の位置ずれを測定する。次に、得られた測定値を用いて、下基板33を載置しているテーブル9をステージS1を動作制御して上基板34に下基板33の位置合わせを行う。

【0034】位置合わせ後、中央ガイド板29をさらに降下して下基板33に塗布された接着剤を潰し、接着剤で形成された枠内に液晶を封入した状態で1次の貼り合わせを行う。尚、1次貼り合わせの作業中で、上基板34が接着剤に接触直後に、再度カメラを用いて位置合わせ作業を行う。この位置合わせ作業は、最大の加圧力を加え終わるまでの間に複数回繰り返す。このように位置合わせを複数回繰り返す理由は、加圧力を均等に加えても、接着剤が均一に塗られていないために接着剤の潰れ方も均一にはならず、接着剤部で力の作用の不均一な部分が発生し、その結果、上下の基板間に剪断力が作用して基板間のずれが発生するためである。

【0035】上記1次貼り合わせ後、加圧板16の静電吸着電極の印加電圧を切断し、その後、吸引吸着も中止する。そして、加圧機構を動作させ加圧板16を上昇させる。その後、チャンバ15内にガスを注入して、チャ

ンバ15内の気圧を大気圧に戻す。

【0036】ここで、貼り合わせ時に加圧板16を厳密にテーブル9上面と平行にすることが困難であるため、貼り合わせ時に接着剤が不均一に潰れたり、基板自体の変形等により接着剤が不均一に潰れてしまい、貼り合わせ後の基板間隔が一定にならない。そこで、上記の如く加圧板16を上昇する前に、基板の各辺の接着剤の潰れ量を観測し、潰れ量の小さな辺に対しては、周辺(4隅部)に配置した加圧機構の内、潰れ量の小さな辺側の加圧機構の加圧力を大きくすると共に他の辺側の加圧機構の加圧力を下げることによって、接着剤の潰れ量が均等になるように調整を行う。

【0037】尚、本実施形態では減圧されたチャンバ15内で接着剤の潰れ量の観測を行うようにしているが、チャンバ15内を大気圧に戻した後に行ってよい。また、基板を数枚貼り合わせ、接着剤の各部の潰れ量が均一になるように、各加圧機構の加圧力をそれぞれ設定してもよい。

【0038】以下、上記の接着剤の各部の潰れ量を均一にする動作について、図4及び図5を参照して説明する。図4は接着剤37がアンバランスで潰れた状態の一例を示す図であり、図5は図4の状態の時のギャップの調整方法を示す図である。

【0039】図4の如く、図中左側の接着剤37の潰れ量が大きく右側が小さい場合、図5の如く、加圧機構41、42の加圧力を減少させ且つ加圧機構43、44の加圧力を増加させることによって矢印の方向に加圧機構を動作させる。尚、中央部はそのままの状態を保つ。以上により、基板の変形や接着剤37の不均一な塗布量等に起因する基板間の隙間の不均一性を解消できる。また、本実施形態では基板周辺部を独立して加圧するために、各加圧機構は独立して駆動できるように構成されている。尚、接着剤37の潰れ量の観測方法としては目視でもよいが、カメラ等の光学系を用いて測定する方法やギャップセンサ等を用いて検出する方法等がある。

【0040】ここで、パネルの大きさが小さい場合には前述のような機械的な加圧機構で所望の加圧力を加えることができるが、パネルの大きさが大きくなると、機械的な加圧力で基板間を所定の間隔にするために、加圧装置自体を大きくすると共に、大きな加圧力を印加できるようにする必要がある。装置の大きさを現状の大きさに維持するためには、他の加圧手段を検討する必要があるが、真空状態から大気圧に圧力を変化させると、基板内が真空状態のため基板全体に大きな圧力を加えることができ、例えば基板の大きさが1200mm×1000mmの2枚の基板に、基板内部が真空状態の時、大気圧を加えると121.6kNの力を作用させることができる。

【0041】現状の装置で加圧板16により機械的に最大限の加圧力を加えたときの基板間の隙間は、約15μ

m程度となっており、接着状態も不完全である。すなわち、1次加圧(予備加圧)状態ではまだ所望の間隔になっていないため、接着剤の潰れ量は少なく、接着剤の上下基板との接触部長さは短い。更に、セル内に封入されている液晶もセル内に広がっておらず、液晶間に大きな真空空間部ができており、適正な基板間隔である5μm以下(好ましくは4μm以下)のギャップにするためには更に加圧する必要がある。

【0042】基板を2次加圧(チャンバ内を大気圧に戻すことによる加圧:本加圧)するにあたり、基板間のセル内が真空状態に近い場合周囲を大気圧に戻すことで基板面全体にほぼ均一に圧力を加えることが可能となる。ただし、一気に大気圧に戻した場合、接着剤37がまだ十分に潰れていないため、ガスがこの接着剤37を破りセル内の真空空間部に入り込んでしまい、液晶基板としては不良品になってしまう。そこで本実施形態では、加圧板16による加圧終了後、加圧板16を基板面から離し、細い配管21の弁22を開放して圧力源で加圧されたガスをチャンバ15内に導入することで徐々に大気圧に戻す。又この時同時に、吸引吸着孔を利用して大気(又は窒素ガス等)をチャンバ15内に導入することで、チャンバ15内のガスの分布の均一化を図ることも可能である。このように、チャンバ15内を徐々に大気圧に戻していくと、セルには徐々に圧力が加わり、接着剤37が徐々に潰れる。セル内の真空の空間部の圧力とチャンバ15内の圧力との差が徐々に大きくなるため、導入されたガスが接着剤を破ってセル内に入り込むのではなく、接着剤と上下基板の接触面積も徐々に拡大する。

【0043】また基板間のギャップが約10μm程度になった時に、接着剤37が潰れることで流動が起こり、チクソトロピー性によって粘度が低下する。接着剤37の粘度が低下した状態で、急速に大気圧に戻す大気開放弁23を開放することで基板に大きな加圧力を加える。この時、既に接着剤は基板に対して広がっており、シール性が向上しているためセル内にガスが接着剤を破って入り込むことはなく、また接着剤は、粘度が低下しているため速やかに潰れ、液晶も加圧されることにより潰れて広がるため、基板の貼り合わせ時間が短くなる。尚、大気開放弁23はチャンバ15に設けた圧力計が所定圧を超えたことを検出してから開放するものである。

【0044】以上のようにして、本実施形態における貼り合わせ動作が行われる。尚、本実施形態における工程では、加圧板の中央部を加圧する加圧機構と周辺部を加圧する4つの加圧機構を加圧時に同時に動作させているが、5つの加圧機構を同時に作用させずに、まず中央の加圧機構で加圧して、基板に加わる加圧力の不均一性又は接着剤の量の不均一性による接着剤の潰れの不均一性を解消するために、接着剤の潰れ状態を観測し、その観測結果に基づいて各加圧機構を個別に動作させることに

より、接着剤の潰れ量を均一にすることも可能である。

【0045】また、中央部の加圧機構を設けずに、四角な基板の各角部付近（四角の辺）を加圧する加圧機構をそれぞれ配置して、4つの加圧機構を協調制御して加圧力を印加すると共に、加圧力を印加後に接着剤の潰れ量を観測し、その潰れ量に応じて4つの加圧機構をそれぞれ独立して駆動することによって接着剤の潰れ量の均一化を図ることも可能である。

【0046】以下、本発明の他の実施形態について説明する。図7は本発明の他の実施形態の側面図であり、図7（a）は部分側面図であり、図7（b）は他の実施形態において潰れのアンバランスがあるときの図である。

【0047】本実施形態と先に説明した一実施形態との相違点は、中央の加圧機構45によって中央ガイド板29を押し下げた時に、基板周辺部に設けた4つの加圧機構が中央ガイド板29と一緒に下側に移動する構成とした点である。すなわち、4つの加圧機構41～44が、中央ガイド板29と一緒に移動するように加圧機構ガイド部材55に固定されている。そして、4つの加圧機構から中央ガイド部材29に力を作用させる場合は、それぞれのボールネジを駆動することで、加圧機構ガイド部材55と中央ガイド部材の間隔を可変して行うように構成したものである。このように、4つの加圧機構の動作を中央の加圧機構の動作と分離して行えるようにしたため、制御が簡単になると共に、作業時間の短縮を図ることが可能となる。

【0048】尚、本実施形態で用いた液晶基板は、大型の基板で多面取りを行うものである。そのため、本実施形態において使用する基板には、図6に示すように、複数の液晶基板を構成するシール37部全体を囲むように

ダミーシール39を設けることで、液晶基板を構成するシール部とダミーシール部との真空状態の作用により基板のダミーシールで構成される面全体が均一な圧力分布となり、本装置を使用することで更に精度の良い基板間隔の液晶パネルを形成することが可能となる。

【0049】

【発明の効果】以上、本発明の貼り合わせ装置及び貼り合わせ方法を用いることで、2枚の基板（特に、液晶基板）を確実に精度よく、短時間に、且つ安全に貼り合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基板貼り合わせ装置の正面図である。

【図2】図1を上から見たときの上面図である。

【図3】真空中で貼り合わせを行うときの各部の動作のタイムチャートを示す図である。

【図4】真空中で機械的に加圧力を加えた際に、基板間シールの潰れのアンバランスがあるときの図である。

【図5】図4のアンバランスが発生したときの調整方法を示す図である。

【図6】本発明の貼り合わせ装置を用いたときのシール部材の塗布形状の一例を示す図である。

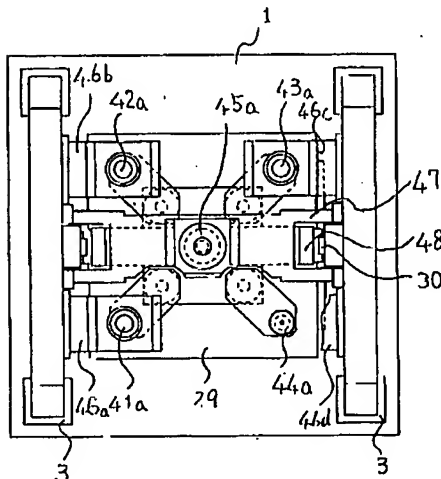
【図7】本発明の他実施形態の側面図であり、図7（a）は部分側面図であり、図7（b）は他実施形態において潰れのアンバランスがあるときの図である。

【符号の説明】

9…テーブル、15…チャンバ、16…加圧板、20a…配管、20b…配管、22…徐々に大気圧に戻す弁、23…大気開放弁、33…下基板、34…上基板、37…接着剤、40…基板保持爪、41～45…加圧機構。

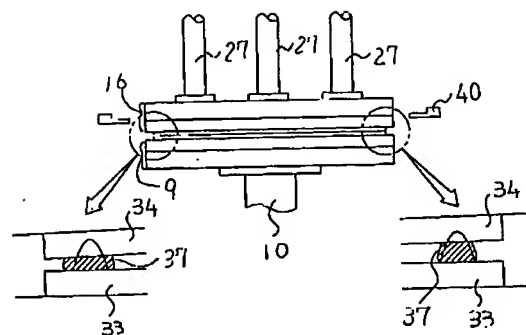
【図2】

【図 2】



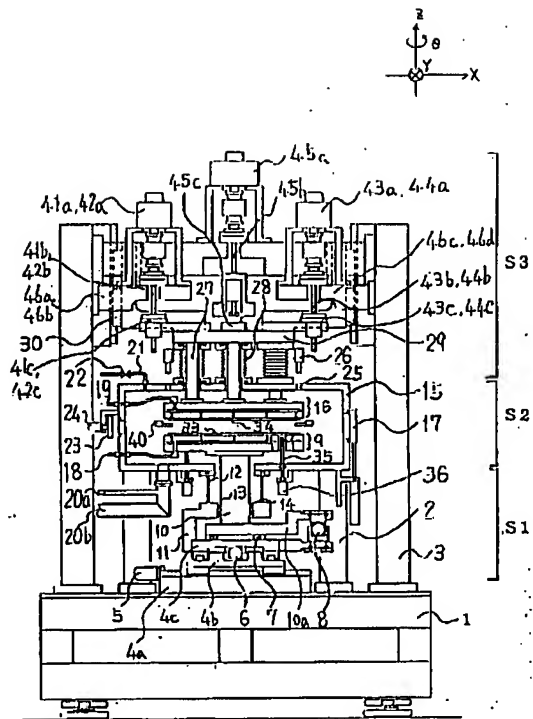
【図4】

【図 4】



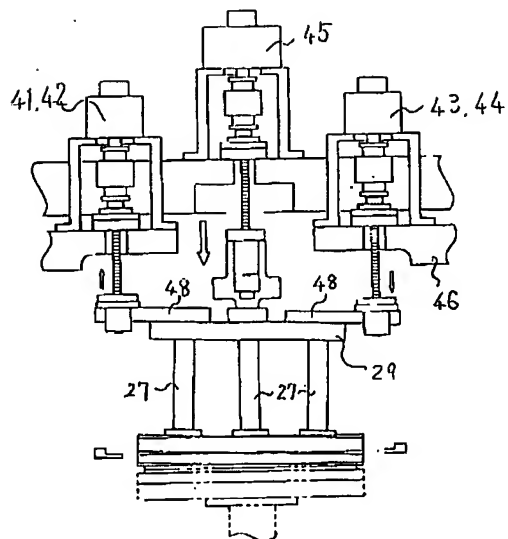
【図1】

【図 1】



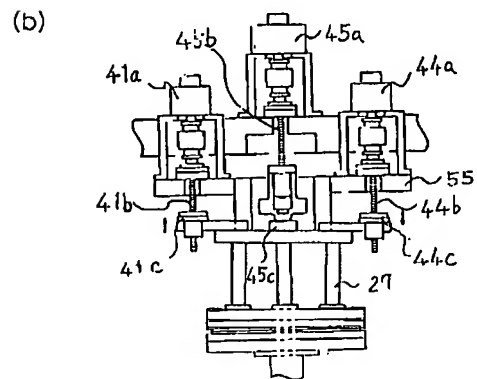
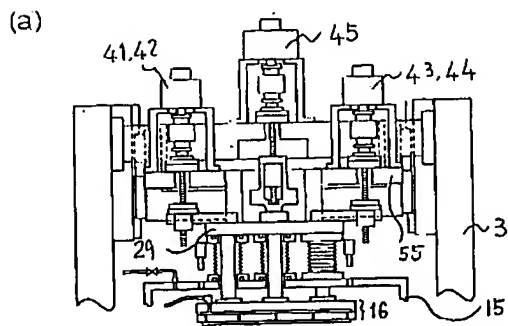
【図5】

【図 5】



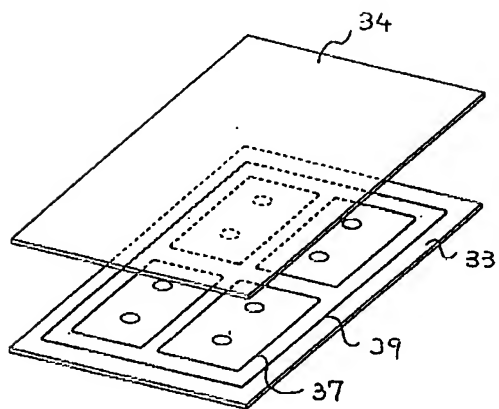
【図7】

【図 7】



【図6】

【図 6】



(72)発明者 中山 幸徳
茨城県竜ヶ崎市の向陽台5丁目2番 日立テ
クノエンジニアリング株式会社竜ヶ崎工場
内

(0) 0 2 - 3 2 3 6 9 4 (P 2 0 0 2 - 3 2 3 6 9 4 A)

(72)発明者 村山 孝夫

茨城県竜ヶ崎市向陽台5丁目2番 日立テ
クノエンジニアリング株式会社竜ヶ崎工場
内

Fターム(参考) 2H088 FA01 FA09 FA16 FA30 MA20
2H089 LA41 NA22 NA24 NA37 NA38
NA48 NA49 NA60
2H090 JB02 JC11 JC18
5G435 AA01 AA17 BB12 KK03 KK05
KK09 KK10